

# Parâmetros de Controle da Qualidade da Água Subterrânea para Abastecimento Público em Taquara/RS

Roberto Naime<sup>1</sup>, Carlos Augusto Nascimento<sup>2</sup>

## Resumo

É comum a captação de água subterrânea para obtenção de água potável para abastecimento humano em loteamentos irregulares. Foram selecionados três loteamentos na cidade de Taquara, com o objetivo de realizar um monitoramento na qualidade destas águas, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde. Foram realizadas análises físico-químicas e bacteriológicas da água. Os resultados estão apresentados e discutidos no presente trabalho, em que é feito um diagnóstico da situação e propostas medidas para controle e manutenção da qualidade da água subterrânea captada para abastecimento público na cidade de Taquara, no Rio Grande do Sul.

**Palavras-chave:** Água. Qualidade. Monitoramento.

## Abstract

The underground water captation is common for drinking waters attainment for human supplying in irregular land divisions. Three land divisions in the city of Taquara with the objective had been selected with the aim carry through an evaluation and monitoring in the quality of these waters, in accordance with the parameters established for Portaria 518 of the Ministério da Saúde. Analyses had been carried through bacteriological physical-chemical analyses of the water. The results are presented and discussed in the present work, where it is made a diagnosis of the situation and proposals measured for control and maintenance of the quality of the caught underground water for public supplying in the city of Taquara, in the Rio Grande do Sul.

**Keywords:** Water. Quality. Monitoring.

<sup>1</sup> Professor do mestrado em Qualidade Ambiental da Feevale. Coordenador da Engenharia Ambiental e da Engenharia de Alimentos da UNIVAG. E-mail: [rnaime@feevale.br](mailto:rnaime@feevale.br).

<sup>2</sup> Engenheiro industrial químico.

## Introdução

Loteamentos sem infra-estrutura de saneamento básico são atrativos, por questões econômicas, à classe menos favorecida da população. Neste contexto, a existência de loteamentos sem saneamento básico e, portanto, sem abastecimento público de água, tem se proliferado no município de Taquara, no extremo nordeste da região metropolitana do estado do Rio Grande do Sul.

Esta realidade, considerando a ocorrência da Formação Botucatu (CARRARO *et. al.* 1974) na região da cidade de Taquara, tem induzido a população à busca de satisfazer as necessidades de água dos loteamentos, através da captação com poços tubulares instalados na rocha psamítica sotoposta. No entanto, a busca por abastecimento de água sem controle de qualidade não é a melhor opção para estes bairros da periferia da cidade de Taquara, embora seja realidade.

Muitos proprietários de lotes e casas edificadas nos loteamentos pagam Imposto Territorial Urbano (IPTU) destes imóveis e, conseqüentemente, têm o reconhecimento da propriedade pela prefeitura; apesar disso, sua única opção para terem acesso à água é a perfuração de poços.

A rocha reservatório de água, muitas vezes, pode ser afetada por elementos de poluição em condições locais, sem que haja qualquer controle público sobre as condições de qualidade da água usada para o abastecimento das populações. Desta forma, os usuários das águas subterrâneas captadas ficam expostos às condições sanitárias do aquífero no local da captação.

A perfuração destes poços é geralmente feita por empresa sem recursos técnicos adequados e sem um responsável técnico habilitado junto ao Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA); portanto, sem qualquer procedimento de registro ou controle. Desta forma, a operação de perfuração é realizada sem nenhuma garantia que esteja em conformidade com as normas preconizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O registro no CREA e o controle pelos órgãos oficiais significam uma mínima garantia de que os usuários terão sobre as condições da água que venham a utilizar para o abastecimento público.

A companhia de saneamento responsável pelo abastecimento público na cidade é a Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), que, através de concessão pública, opera o sistema de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto na cidade, sendo estes dois últimos, na prática, inexistentes.

A CORSAN exime-se da responsabilidade de levar água tratada até estes loteamentos, com base na lei número 6.766, de 19/12/79, que diz que a responsabilidade pela construção de redes de abastecimento destes loteamentos é do agente loteador, que, por sua vez, comercializou os lotes sem cumprir as determinações mínimas da legislação de fracionamento do solo urbano.

A CORSAN realiza, a pedido do interessado e mediante pagamento de taxa, análises físico-químicas e microbiológicas de água para abastecimento doméstico, desde que não haja disponibilidade de abastecimento de água produzida por ela na residência do interessado. No entanto não há nenhum programa de divulgação deste serviço oferecido à população. Nos anos de 2003, 2004 e 2005, não houve nenhuma solicitação de pessoas residentes nestes loteamentos para este fim. Neste mesmo período, a CORSAN realizou somente cinco análises de águas subterrâneas na cidade, por solicitação de terceiros, todas em propriedades rurais do município, que, por isso, não possuem abastecimento da contratada.

Todas apresentaram padrões físico-químicos aceitáveis para consumo, mas identificou-se que, em 80% das amostras analisadas as águas não apresentavam características microbiológicas satisfatórias para consumo humano, segundo a Portaria n° 518 do Ministério da Saúde.

Entretanto o uso de água subterrânea não é exclusividade neste tipo de situação, pois existe a busca por alternativas ao abastecimento público para consumo em residências, indústrias ou prestadores de serviços é realidade, tanto por questões econômicas, como de qualidade ou de quantidade de água. Na região do Vale dos Sinos, o rio homônimo é o principal aquífero de superfície da região e tem sofrido considerável redução nos volumes de água disponíveis, principalmente nos meses de verão.

No final do ano de 2004 e início do ano de 2005, a forte cobertura jornalística da região trouxe, quase que diariamente, a preocupação, por parte das companhias de abastecimento de água da região, com relação à quantidade disponível e à qualidade das águas, que, com o baixo nível do rio, segundo as reportagens, se tornara mais concentrada em poluentes.

A discussão pelos órgãos de imprensa mostrou também a opinião de agricultores que cultivam arroz, utilizando água do rio para irrigação de suas lavouras, de técnicos das companhias de abastecimento, analisando questões técnicas sobre consumo e qualidade. Estes relatos ressaltaram a diferença entre as condições atuais, onde a poluição e a degradação do aquífero são evidentes.

A discussão sobre a qualidade dos mananciais hídricos superficiais induz as pessoas menos informadas a acreditarem que a qualidade da água subterrânea está isenta de ser influenciada pela poluição que atinge os recursos hídricos superficiais. Este fato não é verdadeiro e existe íntima relação entre as águas superficiais e subterrâneas. No verão, o regime influente leva água dos rios para os mananciais hídricos subterrâneos e, no inverno, o regime efluente carrega água dos lençóis freáticos e subterrâneos saturados para o interior dos rios. De forma que a interação é completa e permanente (NAIME *et al*, 2004).

Águas da chuva infiltrando-se no solo podem percorrer centenas de quilômetros e voltar à superfície alimentando então um rio ou córrego. São estas águas que garantem a vazão dos rios em épocas de seca (AZEVEDO NETTO *et. al*, 1991). Não existe o “mito” da pureza e sanidade da água subterrânea. Os aquíferos subterrâneos não têm qualquer proteção adicional sobre os mananciais hídricos superficiais (BAIRD, 2002).

Em Taquara, no mês de janeiro de 2005, a CORSAN buscou acordo com os postos de lavagem de automóveis para que estes não usassem água fornecida por ela em suas atividades. Procurou-se, desta forma, preservar a destinação de água para consumo humano como prioridade hegemônica (Lei Estadual nº 10350/94) para a água que é produzida pela companhia de saneamento do Estado. Mesmo com a aceitação deste acordo, em curto espaço de tempo, dois estabelecimentos do centro da cidade optaram pela perfuração de poços, para continuarem normalmente suas atividades. As pessoas jurídicas são fiscalizadas por órgãos responsáveis pelo controle e registro de poços, controlando a realização de perfurações de poços.

Já as pessoas físicas, em sua grande maioria, em função do custo, contratam empresas sem qualificação de recursos humanos e técnicos para aberturas de poços, o que causa grande preocupação pelo aumento do risco de contaminação, já que não há um responsável técnico habilitado por sua execução.

Dentro deste contexto, este trabalho busca obter informações a respeito da qualidade das águas subterrâneas da região pesquisada, utilizando critérios técnicos científicos, através de dados analíticos primários obtidos em coletas de amostra realizadas nestes locais. Executando um monitoramento e um levantamento das situações de risco de contaminação encontradas, este trabalho busca contribuir para a melhoria das condições de qualidade de vida das populações abastecidas por águas subterrâneas nos bairros periféricos do município de Taquara.

O objetivo deste trabalho é realizar um monitoramento através das características físico-químicas e microbiológicas destas águas, para que se possa executar um diagnóstico da sua potabilidade, evitando a transmissão de doenças. As doenças mais comuns que podem ser transmitidas pela água servida à população, segundo a OMS, entre outras são febre tifóide, febre paratífóide, disenteria amebiana, cólera, diarreia, hepatite infecciosa e giardiose, sempre que as águas servidas se encontram contaminadas.

A proposição de possíveis soluções para amenizar ou sanar tais problemas pode ser realizada através das associações de bairros, ou usando informações técnicas para subsidiar medidas necessárias do poder público, responsável por atender necessidades de saneamento garantidas por lei. Estas soluções podem ser simples, de baixo custo e eficientes, mas necessariamente devem ser sistemáticas, para que se tornem eficazes.

## 1. Trabalhos Anteriores

Água subterrânea é toda água que ocorre abaixo da superfície, é armazenada no interior das rochas, ocupando espaços vazios nos interstícios dos materiais pétreos. Ocupa falhas, fraturas ou diáclases das rochas ígneas ou metamórficas, ou preenchendo espaços intergranulares das rochas sedimentares nos interstícios dos grãos do arcabouço (BORGUETTI, *et. al*, 2004).

As águas subterrâneas têm função muito importante no fluxo dos rios, lagos e banhados. Parte da chuva, ao atingir a terra, além de manter a umidade do solo, infiltra-se por este, recarregando os aquíferos subterrâneos, sendo fator determinante para essa infiltração a porosidade do solo, a inclinação do terreno, a sua cobertura vegetal e a intensidade da chuva (AZEVEDO NETTO *et. al* 1991).

Segundo BORGUETTI *et. al.* (2004), a infiltração no solo desta água ocorre por partes, chamadas de zonas, sendo divididas em zona não-saturada e zona saturada.

A zona não-saturada está localizada na região onde parte do solo é parcialmente preenchida por água. Nesta zona pequena quantidade de água se distribui através da aderência à superfície granular do solo. Nessa porção é onde se registram as atividades de transpiração pelas raízes das plantas.

Esta zona é subdividida em outra três, que são:

- ◆ zona de umidade do solo; local superficial onde há grande perda de água para a atmosfera, dependendo da constituição do solo, pode ocorrer considerável precipitação de sais na superfície após a evapotranspiração da água. Esta zona é fundamental para a vida vegetal;

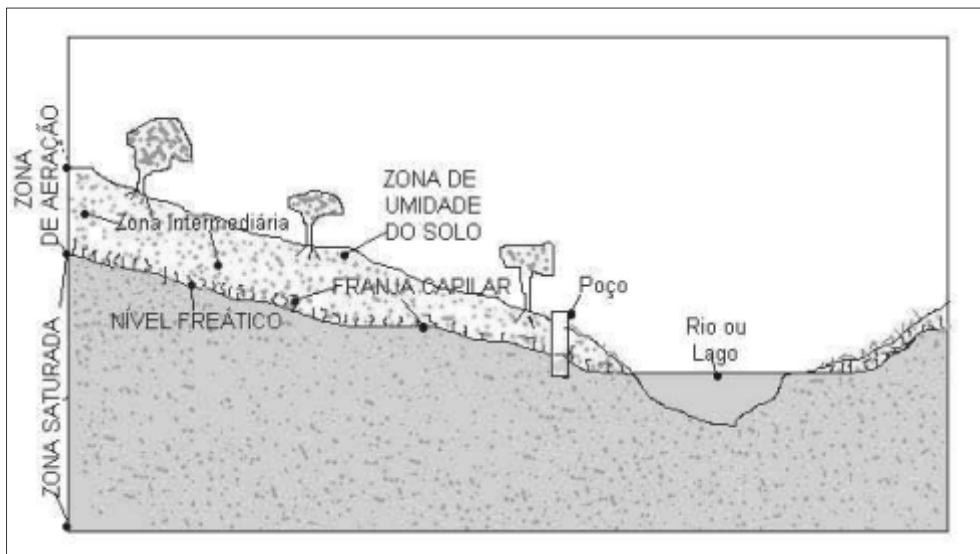
- ◆ zona intermediária; segunda zona desta região; é a região entre a zona de umidade do solo e a zona capilar. Como a denominação leva a pensar, é parte intermediária, com umidade maior que a da zona de umidade do solo e menor que a da zona da franja capilar. A zona intermediária pode não existir, caso a zona da franja capilar atinja a superfície do solo; geralmente isto ocorre em banhados;

- ◆ zona da franja capilar, que é a mais próxima do nível do lençol freático, onde a umidade é maior que as duas zonas anteriores devido à presença da zona saturada.

Logo abaixo desta região, ocorre a zona saturada que é a parte onde há total preenchimento das falhas ou fissuras das rochas ígneas ou metamórficas, ou o preenchimento dos interstícios intergranulares das rochas sedimentares de natureza psamítica (arenitos e conglomerados).

A água das precipitações atinge esta região por gravidade, saturando as rochas. Esta zona corresponde aos mananciais subterrâneos propriamente dito, também denominados de lençóis subterrâneos ou aquíferos subterrâneos, que são os responsáveis pela formação dos olhos d'água e fontes (BAIRD, 2002).

Uma parcela destas águas também é importante para manutenção das águas superficiais, rios, lagos e fontes, que são abastecidos com água subterrânea durante períodos de estiagem prolongada, podendo-se com isso comprovar a interação das águas durante o ciclo hidrológico (SPERLING, 1996). A figura 2, a seguir, mostra a distribuição e sua ocorrência por zonas.



**Figura 1:** Esquema de zonas de infiltração no solo.

**Fonte:** Disponível em: <<http://www.hidropura.com.br>>. Acesso em: 22 ago. de 05.

Aquífero é a denominação das rochas capazes de armazenar as águas subterrâneas. Existem 2 tipos de aquíferos, destacados a seguir.

1. Aquíferos primários ou por poros: são aqueles localizados nas rochas sedimentares porosas do tipo psamíticas, em arenitos ou conglomerados, que têm grande capacidade de armazenamento de água e produzem poços com boa capacidade de produção, de acordo com o diâmetro e as instalações da perfuração;

2. Aquíferos secundários ou por fraturas: são aqueles localizados em rochas ígneas plutônicas ou vulcânicas e rochas metamórficas, com a água estando localizada apenas nas discontinuidades estruturais planares (falhas, fraturas e diáclases). Em geral, apresentam baixa capacidade de produção de águas subterrâneas.

As rochas que permitem a fuga de águas subterrâneas, por não se encontrarem saturadas ou por estarem em regiões geomorfológicas de altitude elevada, são denominadas de “aquífugos”.

Com isso, podemos afirmar que, dependendo de variações climáticas ou de formação do solo, o nível desta zona pode localizar-se a muitos metros de profundidade ou aflorar na superfície do solo, formando zonas de banhados ou transformando-se em nascentes (BAIRD, 2002).

A ocorrência e a distribuição destas águas variam de região para região, pois têm direta relação com o ciclo hidrológico. As características físico-químicas destas águas também sofrem variações, pois a composição química dos solos e a sua construção estão profundamente influenciados pela rocha que origina o solo e pelos processos a que são submetidos (NAIME et al, 2004).

O volume de água subterrânea no planeta é 100 vezes maior que o existente na superfície terrestre, sendo o volume destas águas 10.360.230 Km<sup>3</sup>, constituindo-se assim importante reserva de água doce; porém sua ocorrência é predominantemente a grandes profundidades. Desta forma, são elevados os custos para captação e aproveitamento, estimando-se que cerca de 10.000.000 de Km<sup>3</sup> estão a 4.000 metros, distribuídos entre as zonas não-saturadas de umidade do solo e da zona saturada. No Brasil, seu volume é de aproximadamente 112.000 Km<sup>3</sup> (BORGUETTI et al., 2004).

O uso de água subterrânea no mundo é fato corriqueiro, tanto em países desenvolvidos como a Áustria, França, Holanda e Dinamarca que usam de 70 a 90% desta fonte para se abastecerem, pode-se citar ainda a Arábia Saudita como um dos países que se utilizam quase que totalmente de água subterrânea; na Alemanha, Suíça e nos países baixos, o uso de água subterrânea chega a 2/3 do total. No ano de 1990, 39% da água distribuída para o abastecimento público nos Estados Unidos da América veio do subsolo, sendo 96% extraída por sistemas individuais de abastecimento (BAIRD, 2002).

Grandes cidades também suprem sua demanda para consumo humano com estas águas, como a cidade do México, que usa 80% desta fonte. A UNESCO estima em 300.000.000 o número de poços perfurados no mundo, 100.000.000 deles nos Estados Unidos da América. No Brasil, aproximadamente 61% da população é abastecida com água subterrânea (IBGE, 2003), onde existem aproximadamente 300.000 poços, sendo São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul, Ceará e Piauí os estados que mais se utilizam desta fonte (BORGUETTI et al, 2004).

Na região da bacia hidrográfica dos Sinos (Rio Grande do Sul – Brasil), não poderia ser diferente: segundo a CORSAN, as cidades de Igrejinha e Três Coroas, no vale do Paranhana, fazem uso de água subterrânea, retirando em torno de 4.000 m<sup>3</sup>/dia do subsolo, o que representa 50% do consumo da cidade de Igrejinha e 10% do de Três Coroas. Na cidade de Riozinho a demanda de 796 residências é suprida exclusivamente por água subterrânea que representa aproximadamente 422 m<sup>3</sup>/dia, retirada do subsolo através de poço tubular profundo (CORSAN, 2005).

Estes sistemas de abastecimento são usados de forma coletiva, fazendo parte do sistema público de abastecimento de água destas cidades, sendo que toda água destes poços sofre tratamento de cloração e fluoração antes de ser lançada na rede pública, com posterior monitoramento, como determina a legislação em vigor.

## 2. Materiais e Métodos

Os loteamentos em estudo estão localizados no município de Taquara - Rio Grande do Sul-Brasil. Foram selecionados, para a pesquisa, os seguintes loteamentos:

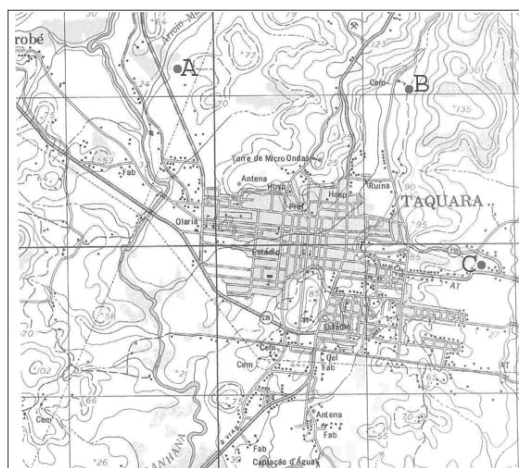
◆ Loteamento Eldorado/Tito (A), localizado na margem da rodovia estadual RS 115 nas proximidades do quilômetro 3, nas coordenadas 29° 37' 43,3" latitude sul e 50° 47' 50,1" longitude oeste de Greenwich.

◆ Loteamento Alto Santa Rosa (B), localizado na margem da estrada municipal Travessa Santa Rosa, nas coordenadas 29° 37' 44,6" latitude sul e 50° 47' 50,1" longitude oeste de Greenwich.

◆ Loteamento Nunes (C), localizado nas coordenadas 29° 39' 26,8" latitude sul e 50° 45' 23,7" longitude oeste de Greenwich.

As coordenadas foram verificadas pelo aparelho GPS (Global Positioning System), marca Garmin, modelo Trex Summit, que, no momento da obtenção destes dados, apresentava precisão de 7 m, indicada pelo aparelho em função dos satélites captados. A localização dos pontos em relação à cidade de Taquara encontra-se na figura 1 a seguir.





**Figura 2:** Localização dos loteamentos Eldorado/Tito (A), Santa Rosa (B) e Nunes (C) no município de Taquara.

Desta forma, este trabalho verifica a qualidade físico-química e microbiológica da água subterrânea consumida pelos moradores destes loteamentos, estabelecendo um ponto para coleta em cada um dos 3 loteamentos irregulares escolhidos para o trabalho, em 3 regiões distintas da cidade, com a realização de 3 coletas de água em cada ponto para caracterização da qualidade físico-química e microbiológica durante os meses de agosto e setembro do ano 2005.

As amostras para análises dos padrões físicos, químicos e bacteriológicos foram coletadas em frascos de polietileno, com capacidade de cinco litros, para os parâmetros de pH, alcalinidade total, cloretos, nitrogênio amoniacal e dureza; para as análises dos parâmetros de fósforo total, sulfatos, nitritos, nitratos, cálcio, sódio, potássio, magnésio, cobre e ferro, em frascos com capacidade de um litro. Todos os frascos foram enxaguados, na hora da coleta, três vezes com a água a ser coletada.

As amostras para inoculação bacteriológica foram coletadas de forma direta em embalagens plásticas apropriadas para este fim, da marca Nasco, esterilizadas de fábrica. As amostras coletadas foram acondicionadas em caixa térmica, preservadas com gelo, e transportadas até a Central Analítica da Feevale em duas horas, para então serem analisadas.

No loteamento Eldorado/Tito, a amostra foi coletada em torneira após passagem por reservatório, tendo sido aguardados cinco minutos com água corrente para então proceder à coleta. As amostras do loteamento Alto Santa Rosa foram retiradas de poço tubular profundo de natureza surgente e a coleta foi realizada na saída da tubulação antes de passagem por reservatório. No loteamento Nunes, a primeira amostra foi realizada na saída do poço tubular profundo sem surgência, antes de passagem por reservatório, aguardaram-se cinco minutos com água corrente para então coletar a amostra, nas segunda e terceira coletas, o local da coleta foi em torneira, após a passagem por reservatório. Nestas duas coletas, também aguardaram-se cinco minutos com água corrente para então coletar a amostra.

Todas as amostras foram feitas na Central Analítica da Feevale, tendo como base de referência *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 20 ed. Os resultados foram interpretados com auxílio de gráficos, tabelas e do programa Excel for Windows.

As coletas foram realizadas em 22 de agosto, 06 e 21 de setembro do ano de 2005, tendo havido, portanto, intervalo de quinze dias entre as coletas. Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos determinados em laboratório para o monitoramento e os procedimentos adotados nas determinações são apresentados na Tabela 1 a seguir.

**Tabela1:** Parâmetros analisados, metodologia e procedimentos utilizados.

| Parâmetro  | Unidade            | Metodologia           | Procedimento |
|--|--------------------|-----------------------|--------------|
| 01. pH   | -                  | Potenciometria        | PT.PA.028    |
| 02. Alcalinidade Total                               | mg L <sup>-1</sup> | Titulometria          | PT.PA.003    |
| 03. Fósforo Total                                    | mg L <sup>-1</sup> | Espectroscopia UV/VIS | PT.PA.008    |
| 04. Sulfatos   | mg L <sup>-1</sup> | Espectroscopia UV/VIS | PT.PA.017    |
| 05. Nitratos   | mg L <sup>-1</sup> | Espectroscopia UV/VIS | PT.PA.009    |
| 06. Nitritos   | mg L <sup>-1</sup> | Espectroscopia UV/VIS | PT.PA.010    |
| 07. Cloretos   | mg L <sup>-1</sup> | Titulometria          | PT.PA.005 A  |
| 08. Nitrogênio Amônia                                | mg L <sup>-1</sup> | Nesslerização         | PT.PA.035    |
| 09. Dureza   | mg L <sup>-1</sup> | Complexometria/ EDTA  | PT.PA.007    |
| 10. Cálcio   | mg L <sup>-1</sup> | Absorção Atômica      | PT.AA.001    |
| 11. Sódio  | mg L <sup>-1</sup> | Fotometria de Chama   | PT.AA.002    |
| 12. Potássio   | mg L <sup>-1</sup> | Fotometria de Chama   | PT.AA.002    |
| 13. Magnésio   | mg L <sup>-1</sup> | Absorção Atômica      | PT.AA.001    |
| 14. Cobre  | mg L <sup>-1</sup> | Absorção Atômica      | PT.AA.001    |
| 15. Ferro  | mg L <sup>-1</sup> | Absorção Atômica      | PT.AA.001    |
| 16. Coliformes Totais                                | NMP/<br>100mL      | Substrato enzimático  | PT.MB.005    |
| 17. Coliformes Fecais<br>( <i>Escherichia coli</i> ) | NMP/<br>100mL      | Substrato enzimático  | PT.MB.005    |

### 3. Águas Subterrâneas em Taquara

A cidade de Taquara está localizada na região da encosta inferior do nordeste do estado do Rio Grande do Sul, no extremo nordeste da região metropolitana de Porto Alegre (Figura 3).



**Figura 3:** Vista parcial da cidade de Taquara, RS, Brasil.

O município possui população de 52.825 habitantes (IBGE, 2000), sendo contabilizados 13.558 domicílios abastecidos por sistema de água tratada pela CORSAN.

Em Taquara, ocorre a Formação Botucatu (CARRARO *et al.*, 1974), constituída por arenitos de origem eólica e de grande capacidade de armazenamento de águas subterrâneas, que constituem o “Aqüífero Guarani” (Figura 4). Na cidade existem atualmente 2116 poços do tipo tubular profundo, 120 poços rasos, cisternas e olhos d'água para abastecimento individual (FUNASA, 2003), sendo que muitas pessoas usam estas águas somente para rega de plantas, descarga de banheiros, lavagem de carros, pois possuem também abastecimento regular de água tratada pela concessionária local, diferentemente do que ocorre nos loteamentos irregulares, onde o seu uso é para suprir todas as necessidades humanas.





**Figura 4:** Localização aproximada do Aquífero Guarani na América do Sul.

Nestes locais, os poços são individuais e estas águas não têm controle sanitário periódico, sendo, inclusive, utilizadas por uma escola Municipal localizada em um destes loteamentos, que atende mais de duzentas crianças durante os turnos da manhã e da tarde. O uso destas águas, sem um estudo quanto à capacidade de recarga do aquífero e sem o conhecimento das suas características físico-químicas e microbiológicas, é uma imprudência. Existe a possibilidade de esgotamento deste recurso hídrico e risco de causar moléstias nos usuários destas águas, se ocorrerem contaminações e as águas se classificarem fora de padrões de potabilidade.

Mas, para se saber o número exato de construções, é preciso que seja realizado um levantamento de campo, sendo que os dados existentes no cadastro municipal são facilmente questionados, como pode ser confirmado em visita aos locais. Como exemplo, pode-se citar o loteamento Alto Santa Rosa, onde, pelos registros da prefeitura, existem 18 lotes sem nenhuma construção, mas que, na realidade, têm aproximadamente 40 casas, conforme pode ser observado na figura 5 a seguir.



**Figura 5:** Vista parcial do loteamento Alto Santa Rosa. Taquara, RS, Brasil.

Nos Estados Unidos, o aproveitamento em larga escala de água subterrânea causa temores entre os americanos, tanto pelo esgotamento desta fonte quanto pelo desmoronamento da terra situada acima dela (BAIRD, 2002). No município de Taquara, grandes partes destes poços estão localizados em loteamentos irregulares, mas de difícil quantificação exata, em razão da metodologia usada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que separa regiões da cidade de forma aleatória, não levando em consideração delimitações dos bairros. Nestes loteamentos, existem inúmeras casas, segundo o cadastro imobiliário da prefeitura (as habitações são denominadas economias pelos registros da secretaria).

O número exato de loteamentos irregulares no município é difícil de ser identificado, segundo a Promotoria de Justiça de Taquara. Existem onze inquéritos civis relativos a tal problemática, mas este órgão deixa claro que este número não se mostra condizente com a realidade, uma vez que dispõe de informações de que existem outros fracionamentos de terra ilegais, sem que tenha sido instaurado inquérito civil.

Uma das possibilidades para esta incerteza é que, em geral, os terrenos nestes loteamentos são adquiridos por pessoas de baixo poder aquisitivo e, por isso, em parcelamentos longos. Somente na quitação da última das parcelas é que o adquirente busca escriturar seu lote, descobrindo então se tratar de loteamento ilegal e geralmente indo em busca de auxílio junto ao Ministério Público para regularizar seu imóvel. O Ministério Público de Taquara entende que só a punição do agente loteador não é a medida mais acertada para resolver esta questão, pois observa este problema com visão holística, encarando a situação como social.

Em sua maioria, os moradores destes loteamentos possuem poço tubular profundo para seu abastecimento doméstico de água. Estes poços são perfurados sem outorga, segundo a lei estadual número 10.350, de 30 de dezembro de 1994, que dispõe em seu artigo 31º que *“são dispensados da outorga os usos de caráter individual para satisfação das necessidades básicas da vida”*.

Portanto, tais perfurações de poços não são irregulares, contanto que o Estado ofereça à sociedade usuária destas águas o que está disposto no artigo 3º, parágrafo V, desta mesma lei que estabelece *“que é dever primordial do Estado oferecer à sociedade, periodicamente, para conhecimento, exame e debate, relatórios sobre o estado quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos”*. Em função do grande número de loteamentos nestas condições no município estudado, optou-se por selecionar três áreas-piloto para execução de monitoramento da qualidade da água por 45 dias, sendo coletadas amostras com intervalos regulares de 15 dias. As amostras foram submetidas a uma bateria de análises físico-químicas e microbiológicas, para determinação de parâmetros mínimos de qualidade das águas para consumo humano, que são regulamentados pela Portaria número 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde.

#### 4. Análises Físico-Químicas da Água

Foram selecionados alguns parâmetros básicos, capazes de indicar a qualidade das águas, e efetuando monitoramento durante os meses de agosto e setembro de 2005, através de 3 baterias de análises consecutivas com intervalos de 15 dias. No Quadro 1, são apresentados os itens analisados neste trabalho, que constam na Portaria número 518 de 25 de março de 2004.

| Parâmetro        | Unidade | VMP <sup>(1)</sup> |
|------------------|---------|--------------------|
| Cobre            | mg/L    | 2                  |
| Nitrato (como N) | mg/L    | 10                 |
| Nitrito (como N) | mg/L    | 1                  |
| Nitrogênio       | mg/L    | 1,5                |
| Cloreto          | mg/L    | 250                |
| Dureza           | mg/L    | 500                |
| Ferro            | mg/L    | 0,3                |
| Sódio            | mg/L    | 200                |

**Quadro 1:** Parâmetros indicadores da qualidade da água para consumo humano.

**Fonte:** Adaptado da portaria nº 518 do Ministério da Saúde.

(1) Valor Máximo Permitido.

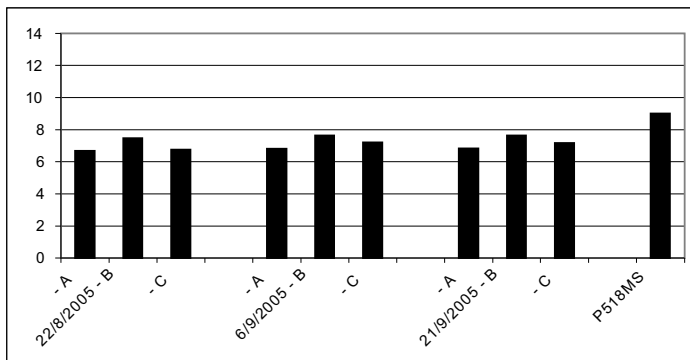
Além destes parâmetros, analisamos os parâmetros de pH, alcalinidade total, fósforo total, sulfatos, cálcio, potássio e magnésio, para se realizar sua correlação com os parâmetros da Portaria. É básico salientar que estas determinações são importantes por serem relativamente eficazes e de rápida verificação, mas como são indicadores, uma simples leitura destes não é conclusiva, sendo necessários estudos mais aprofundados.

## pH

O conhecimento do potencial hidrogênioônico de uma amostra de água permite o monitoramento do poder de corrosão, da quantidade de reagentes necessária à coagulação, do crescimento de microorganismos. Permite também determinar o enquadramento da água em relação ao pH nos parâmetros das legislações pertinentes. pH é definido como o cologarítimo da concentração de íons  $H^+$  em uma solução expressa em moles/L.

É a medida que possibilita a identificação das características ácidas ou alcalinas conferidas à amostra em maior ou menor intensidade, sendo imposta pela presença de determinadas substâncias em soluções, como ácidos, bases, sais ácidos e básicos, ou ainda pela presença de gases dissolvidos. De um modo geral, águas de baixo pH tendem a ser corrosivas ou agressivas às superfícies metálicas, enquanto águas com pH elevado tendem a formar incrustações (SPERLING, 1996).

Os resultados obtidos nas amostras analisadas, nas três coletas realizadas, são apresentados através de gráficos com identificação do ponto analisado, data da coleta, parâmetro analisado, seguindo a correlação com a Portaria pertinente (Figura 6).



**Figura 6:** Apresentação de resultados da análise de pH.  
(Parâmetro recomendado pela Portaria n° 518 Ministério da Saúde).

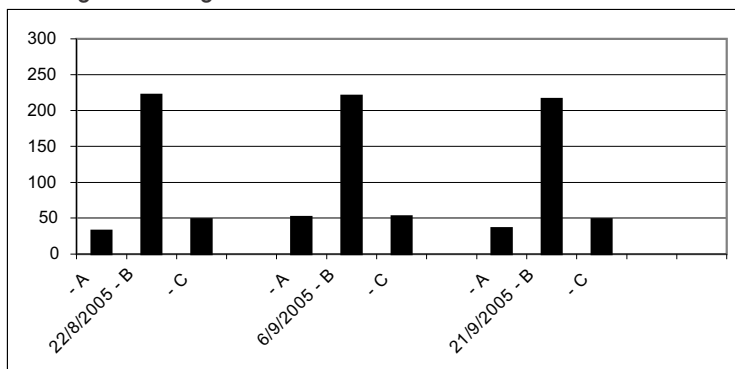
A Portaria n° 518, de 25 de março de 2004, não determina parâmetro mínimo ou máximo pH, no entanto faz a recomendação de que o pH de águas para consumo humano seja mantido entre 6 e 9,5; entretanto sabe-se que, de um modo geral. Portanto podemos concluir que quanto mais próximo de 7 os valores medidos, melhor será a característica da água.

Todos os resultados encontrados estão entre os valores recomendados pela Portaria, e todos bem próximos de 7, caracterizando, assim, neste parâmetro, que a água, em todos os pontos e em todas as coletas realizadas, pode ser considerada como própria para consumo humano.

## Alcalinidade Total

O parâmetro alcalinidade total não tem significado sanitário, a não ser que a alcalinidade seja devida a hidróxidos ou que contribua muito para a presença de sólidos totais (SPERLING, 1996). A

Portaria n° 518 do Ministério da Saúde não determina valores de máximo ou mínimo e também não recomenda valor para este parâmetro. Os resultados encontrados nas análises dos poços monitorados estão apresentadas na Figura 7 a seguir.



**Figura 7:** Apresentação de resultados de Alcalinidade Total em mg/L de CaCO<sub>3</sub>.

Conforme já discutido, os resultados da alcalinidade não são conclusivos sobre a potabilidade da água, mas seu crescimento pode significar redução temporária na capacidade de recarga do aquífero, pela diminuição das chuvas por fatores antrópicos de retenção em zonas específicas. A observação dos resultados no gráfico acima permite concluir que no ponto B, situado no Loteamento do Celsinho, o padrão de alcalinidade foi mais alto nas 3 baterias de análise realizadas.

Isto provavelmente significa que, neste local, ocorre maior presença de carbonato e bicarbonato, produzidos pela ação do gás carbônico dissolvido na água sobre rochas calcárias que estejam presentes em lentes ou intercalações no interior do aquífero. Este parâmetro é confirmado pelos parâmetros de dureza, cálcio e magnésio analisados, conforme se observa na apresentação destes resultados, o que indica a confiabilidade das determinações realizadas, uma vez que estes estão relacionados entre si.

## Fosfatos

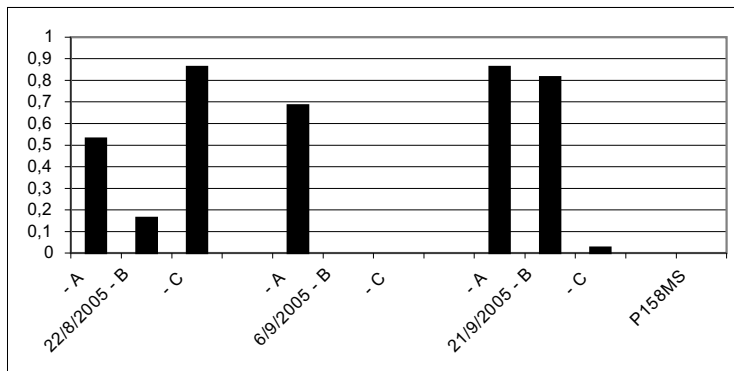
O fósforo é um elemento indispensável ao crescimento de algas e, quando em grandes quantidades, pode levar a um processo de eutrofização de um recurso hídrico. É também nutriente essencial para o crescimento das bactérias responsáveis pela estabilização da matéria orgânica.

O fósforo se apresenta na água de várias maneiras, tais como: ortofosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{1-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$ ), a principal forma de fósforo encontrada nas águas, polifosfatos e fósforo orgânico. Não tem importância sobre o aspecto sanitário para águas e abastecimento público, porém podem indicar infiltração, no aquífero, de fertilizantes, já que os ortofosfatos são largamente empregados como fertilizantes comuns e são levados pelas chuvas até os cursos d'água (RICHTER, 1995).

Quantidades maiores desses compostos também podem ser adicionadas à água em procedimentos de limpeza, pois os polifosfatos são constituintes dos detergentes comerciais. Os fosfatos estão presentes em sedimentos de fundo e em lodos biológicos, tanto na forma de precipitados inorgânicos, como na forma de compostos orgânicos (SPERLING, 1996). Fósforo total é parâmetro não relacionado na Portaria n° 518 do Ministério da Saúde. Quantidades maiores desses compostos podem também ser adicionadas à água em procedimentos de limpeza, pois os polifosfatos são constituintes dos detergentes comerciais.

Por isso, este parâmetro é relevante em águas, pois pode ser indicativo de poluição doméstica,

industrial ou ainda agrícola. As análises realizadas mostram em seus resultados que no ponto “A” há presença de fósforo total, havendo variações significativas no valor numérico encontrado. No ponto “B”, apenas na primeira amostra analisada, há presença deste parâmetro; nas demais amostras, não foi detectado, o que também representa variabilidade. No ponto “C”, não houve variação significativa entre a primeira e a segunda amostra analisada, porém, se comparadas com a terceira análise, houve variação de aproximadamente 3.500% para menos.



**Figura 8:** Apresentação de resultados de dureza em mg/L. (Portaria 518 - Ministério da Saúde).

Esta extrema variabilidade do parâmetro fósforo é indicativa de possível influência antrópica, com atividades de adubação ou mesmo de outra natureza, sobre as águas que produzem a recarga local dos aquíferos subterrâneos.

## Nitrogênio

Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este se altera entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas:

- ◆ nitrogênio molecular liberado para a atmosfera ( $N_2$ )
- ◆ nitrogênio orgânico dissolvido em suspensão
- ◆ nitrogênio amoniacal
- ◆ nitrito ( $NO_2^-$ )
- ◆ nitrato ( $NO_3^-$ )

Em ambiente aquático, a determinação do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição. Se a poluição é recente, está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto em poluição mais remota, está associada na forma de nitrato.

Assim como os teores de cloretos, o nitrogênio é indicação de possível contaminação por excretas e, portanto, podem estas águas ser portadoras de vírus ou outro tipo de contaminações (AZEVEDO NETTO, *et. al*, 1991). O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos. A esse processo dá-se o nome de eutrofização.

O nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica o consumo de oxigênio dissolvido do meio, afetando a vida aquática. O nitrogênio, na forma de amônia livre, é diretamente tóxico aos peixes. O nitrogênio orgânico e o amoniacal podem ser determinados juntos e têm sido chamados de “nitrogênio Kjeldahl”, um termo que reflete a técnica utilizada em sua determinação. As concentrações típicas de nitrogênio orgânico variam de algumas

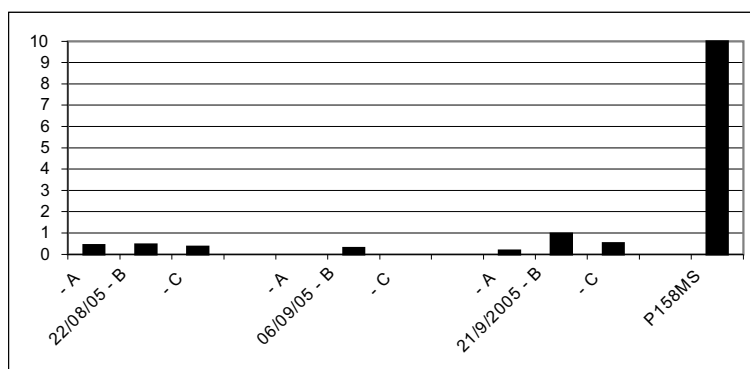


centenas de  $\text{g L}^{-1}$  em alguns lagos, a mais de  $20 \text{ mg L}^{-1}$  em esgotos não tratados.

Nos processos de tratamento biológico de águas residuárias, as determinações de nitrogênio orgânico são feitas para verificar se a quantidade de nitrogênio presente é suficiente para o bom desempenho dos microorganismos e para controlar os processos de aeração. O nitrogênio orgânico é o resultado da diferença entre nitrogênio total Kjeldahl e amônia livre, ou seja, o nitrogênio total Kjeldahl é o resultado da soma da amônia livre e do nitrogênio orgânico.

O nitrogênio orgânico pode ser determinado diretamente pela remoção preliminar da amônia presente na amostra e posterior digestão. Alternativamente, pode-se determinar o nitrogênio total Kjeldahl e subtrair do valor obtido a quantidade de amônia determinada em separado. A determinação de amônia, após a digestão, pode ser feita por dois métodos: o da nesslerização e o titulométrico, ambos com destilação prévia. A escolha do método que deve ser utilizado depende da concentração de amônia presente na amostra digerida, (SPERLING, 1996).

A Portaria n° 518, do Ministério da Saúde, determina como valor máximo deste parâmetro  $10 \text{ mg/L}$ . Os nitratos, pela presença de nitrogênio, são correlacionáveis com indicadores de contaminação por matéria orgânica, ou seja, a presença de resíduos ou efluentes de natureza biológica, humana ou animal. Também podem ser relacionados com a produção de matéria orgânica e sua posterior evolução química, devido à presença de microorganismos biológicos. Estes microorganismos podem ser patogênicos ou pertencer à microflora e microfauna locais. Os resultados das análises de monitoramento da água subterrânea captada nos 3 poços tubulares profundos estão apresentados na figura 9 a seguir.



**Figura 9:** Apresentação de resultados, Nitratos em  $\text{mg/L}$ . (Portaria n° 518 - Ministério da Saúde).

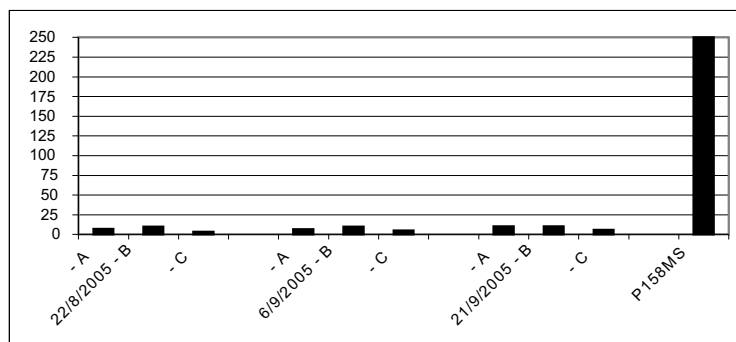
Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado  $0,97 \text{ mg/L}$  no ponto “B”, representando aproximadamente 9,7% do valor máximo permitido pela Portaria. Sendo assim, neste parâmetro, todas as amostras analisadas atendem, neste aspecto, a legislação em vigor.

### Cloretos/Sulfatos

Sais dissolvidos em água na forma de bicarbonatos, cloretos e sulfatos conferem à água sabor salino e propriedades laxativas. Cloretos são indicadores de poluição por esgotos domésticos ou industriais (SPERLING, 1996). Concentrações de cloretos superiores a  $1.000 \text{ mg/L}$ , não são prejudiciais ao homem, exceto em casos de moléstia cardíaca ou renal (RICHTER, 1995).

É desejável que o teor em águas para consumo humano não ultrapasse 250 mg/L. Esta quantidade é estabelecida porque está ligada ao gosto que o sal confere à água. Eventualmente, em concentrações de 100 mg/L em algumas águas, já ocorrem alterações de gosto, enquanto em outras, elevadas concentrações de 700 mg/L não acusam gosto. Variações de teores de cloretos de águas naturais devem ser investigadas, pois é indicativo de possível contaminação por esgotos (RICHTER, 1995).

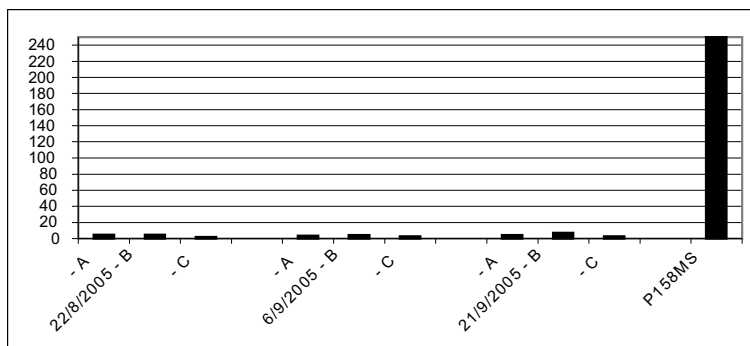
O cloreto provoca corrosão em estruturas hidráulicas, como, por exemplo, em emissários submarinos para a disposição oceânica de esgotos sanitários, que por isso têm sido construídos com polietileno de alta densidade (PEAD). Os cloretos são muito estáveis, não sendo removidos em estações convencionais de tratamento de águas. Exigem processos especiais, como os de membrana (osmose reversa), destilação e processos à base de troca-iônica. O íon sulfato, se presente na água, dependendo da concentração, pode acentuar propriedades laxativas e, se associado a íons de cálcio e magnésio promove dureza permanente. Os resultados dos cloretos são apresentados na figura 10.



**Figura 10:** Apresentação de resultados de cloretos em mg/L. (Portaria n° 518 - Ministério da Saúde).

Em todas as amostras analisadas, os teores de cloretos mantiveram-se estáveis, o que é indicativo de não haver contaminação de esgotos domésticos. Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado 10,4 mg/L no ponto "A", representando aproximadamente 4% do valor máximo permitido pela Portaria. Sendo assim, neste parâmetro, todas as amostras analisadas satisfazem, neste aspecto, a legislação em vigor.

A Portaria n° 518, do Ministério da Saúde, determina como valor máximo de sulfatos o parâmetro 250 mg/L. Os resultados encontrados no monitoramento dos poços estão apresentados na figura 11 a seguir.



**Figura 11:** Apresentação de resultados de sulfatos em mg/L. (Portaria n° 518 - Ministério da Saúde).

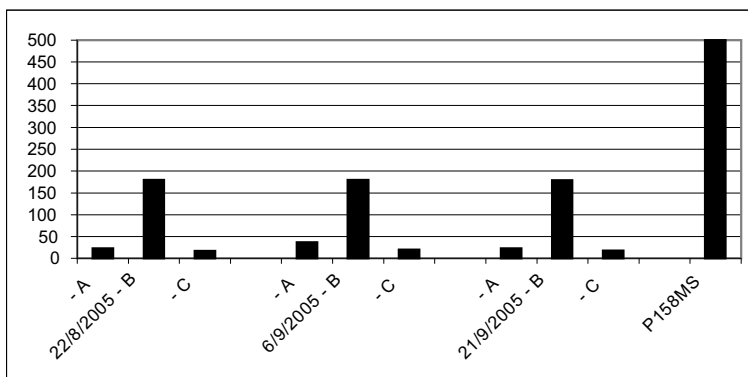
Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado 7,01 mg/L no ponto “B”, representando aproximadamente 2,8 % do valor máximo permitido pela Portaria. Sendo assim, neste parâmetro, todas as amostras analisadas atendem, neste aspecto, a legislação em vigor.

## Dureza

Águas duras são aquelas que exigem consideráveis quantidades de sabão para produzir espuma, de modo que, no passado, a dureza de uma água era considerada como uma medida de sua capacidade de precipitar sabão. Esse caráter das águas duras foi, por muito tempo, para o cidadão comum, o aspecto mais importante, causando dificuldades de limpeza de roupas e utensílios.

Com o surgimento e a utilização dos detergentes sintéticos, ocorreu também a diminuição dos problemas de limpeza doméstica por causa da dureza. A dureza é devida à presença de cátions metálicos divalentes, os quais são capazes de reagir com sabão formando precipitados e com certos ânions presentes na água para formar crostas. Os principais íons causadores de dureza são cálcio e magnésio, tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio. Algumas vezes, alumínio e ferro III são considerados como contribuintes da dureza.

Dureza é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico, sendo que, do ponto de vista da potabilização, são admitidos valores máximos relativamente altos, típicos de águas duras ou muito duras. A respeito do sabor desagradável que referidos níveis podem suscitar, ele não causa problemas fisiológicos, tendo alguns pesquisadores associado o consumo de água mole (dureza inferior a 50 mg/L) com algumas doenças cardíacas (Richter, 1995). A Portaria n° 518, do Ministério da Saúde, determina como valor máximo deste parâmetro 500 mg/L. Os resultados das análises de monitoramento da água subterrânea, nos três poços escolhidos, estão apresentados na figura 12 a seguir.



**Figura 12:** Apresentação de resultados de dureza em mg/L de CaCO<sub>3</sub>.  
(Portaria n° 518 - Ministério da Saúde).

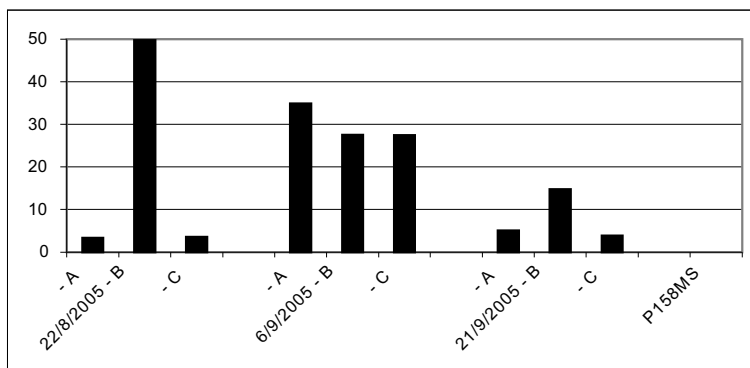
Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado 180 mg/L no ponto “B”, representando 36% do valor máximo permitido pela Portaria. Sendo assim, neste parâmetro, todas as amostras analisadas satisfazem, neste aspecto, a legislação em vigor.

## Alcalinidade

A alcalinidade da água é representada pela presença dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato, sendo com maior frequência devido a bicarbonatos produzidos pela ação do gás carbônico dissolvido na água sobre rochas calcárias. Não tem significado sanitário a não ser que a alcalinidade seja devida a hidróxidos ou que contribua muito para a presença de sólidos totais (SPERLING, 1996).

## Cálcio

A Portaria n° 518, do Ministério da Saúde, não determina valores de máximo ou mínimo, nem tampouco recomenda valor para este parâmetro. Os valores encontrados, nos três poços de monitoramento de água subterrânea, estão apresentados na figura 13 a seguir.

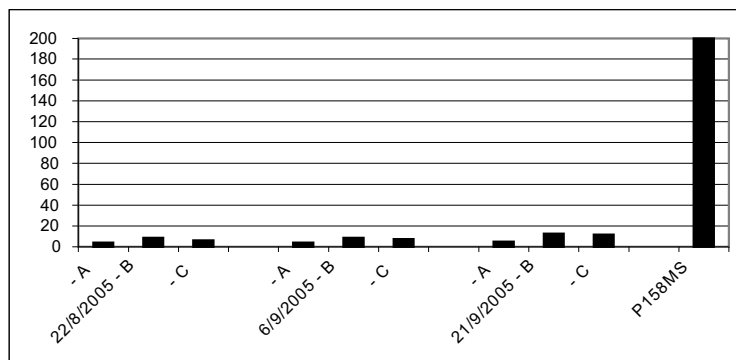


**Figura 13:** Resultados de cálcio em mg/L (Portaria n° 518 - Ministério da Saúde).

A presença de cálcio pode estar associada à dureza na água, que pode vir a apresentar problemas para a utilização em caldeiras e equipamentos (como chuveiros, por exemplo).

## Sódio

A Portaria n° 518, do Ministério da Saúde, determina como valor máximo deste parâmetro 200 mg/L. Os resultados encontrados estão apresentados na figura a seguir.



**Figura 14:** Sódio em mg/L. (Portaria n° 518 - Ministério da Saúde).

Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado 12,4 mg/L no ponto "B", representando aproximadamente 6% do

valor máximo permitido pela Portaria. Sendo assim, neste parâmetro, todas as amostras analisadas atendem, neste aspecto, a legislação em vigor.

A baixa presença de sódio, associada com a baixa presença de cloretos, indica que a influência antrópica sobre as reservas de águas subterrâneas no local tende a ser pequena. Desta forma, é válido interpretar que a presença de coliformes totais que observamos em resultado a seguir, esteja mais relacionada com contaminação de fauna local, nas condições de recarga regionais e locais do aquífero, ou ainda falta de limpeza no reservatório.

### Potássio

A Portaria n° 518, do Ministério da Saúde, não determina valores de máximo ou mínimo, nem tampouco recomenda valor para este parâmetro. Os resultados estão apresentados na figura.

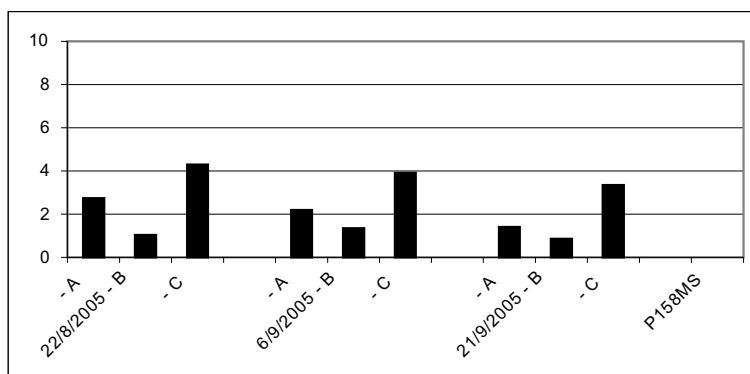


Figura 15: Resultados de potássio em mg/L. (Portaria n° 518 - Ministério da Saúde).

O potássio pode facilitar a formação de elevada dureza nas águas, se estiver em quantidades muito elevadas.

### Magnésio

A Portaria n° 518, do Ministério da Saúde, não determina valores máximo ou mínimo, nem tampouco recomenda parâmetro para este elemento químico para as águas potáveis destinadas a consumo humano.

Os resultados encontrados estão apresentados na figura 16 abaixo.

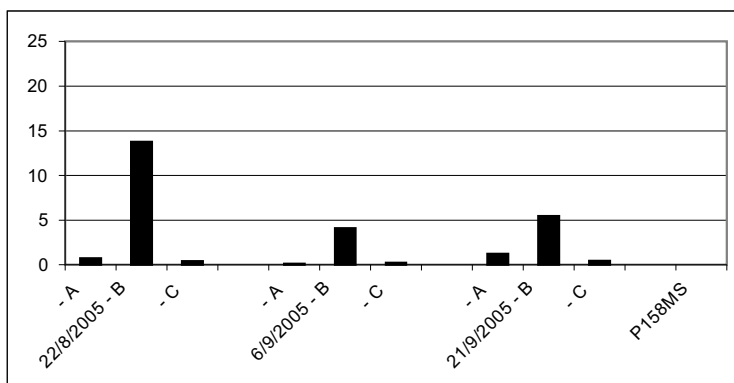


Figura 16: Resultados de magnésio em mg/L (Portaria n° 518 - Ministério da Saúde).



Conforme comentado anteriormente, o poço “B” apresenta valor numérico significativo de teor de magnésio, como se esperava, em razão dos parâmetros relacionados com este.

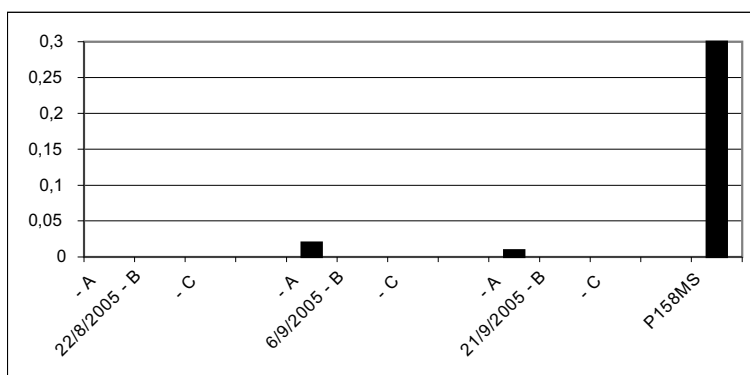
## Metais

Os metais são constituintes naturais de rochas, solos, sedimentos, águas e dos seres vivos, e a sua ocorrência na natureza deve-se à ação do intemperismo sobre rochas primárias, além da origem antrópica. O metal total é a concentração determinada numa porção não filtrada da amostra, após sua digestão. Alguns metais são essenciais aos seres vivos, mas, quando presentes em grandes quantidades, podem ser altamente tóxicos.

O ferro, quando em teores superiores a 0,3 mg/L, pode causar nódoas em roupas e em objetos de porcelana e, em concentrações superiores a 0,5 mg/L, pode causar gosto característico na água, sendo por isso fator meramente estético na água (RICHTER, *et. al*, 1995). O elemento químico cobre, tanto quanto os sais de cobre, geralmente se fazem presentes em traços nas águas naturais, sem importância em águas para consumo humano ou de consequência leve para a saúde.

O cobre é metal essencial para a nutrição, sendo necessário consumo diário de 4mg para adultos e 3mg para crianças, em maiores quantidades, é suspeito de causar Hemocromatose (Richter, 1995), que é distúrbio que se caracteriza pela deposição excessiva desse material nos tecidos, principalmente no fígado e no pâncreas, surgindo cirrose hepática e diabetes, além da pigmentação cutânea bronzeada e, de outras lesões, como alterações ósseas e articulares. Não se tem registro de envenenamento por este metal, não sendo cumulativo no organismo, sendo que quase todo o cobre ingerido é eliminado do corpo (RICHTER, 1995).

A Portaria n° 518, do Ministério da Saúde, determina como valor máximo de ferro 0,3 mg/L. Os resultados encontrados pelo monitoramento da água subterrânea, nos três poços tubulares profundos, são apresentados na figura 17 a seguir.



**Figura 17:** Resultados de ferro em mg/L. (Portaria n° 518 - Ministério da Saúde).

Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado 0,02 mg/L no ponto “B”, representando aproximadamente 66% do valor máximo permitido pela Portaria. Pelos valores apresentados neste parâmetro, todas as amostras analisadas atendem, neste aspecto, a legislação em vigor.

Não foi encontrado cobre nas amostras analisadas.

## 5. Análises Microbiológicas Realizadas

A pesquisa microbiológica em águas para consumo humano é de fundamental importância, pois a contaminação por agentes patogênicos pode causar doenças. As principais doenças associadas ao consumo de água, seu agente causador e os sintomas estão relacionados no quadro 2.

| Doença              | Agente causal                                | Sintomas                   |
|---------------------|--|----------------------------|
| Disenteria bacilar  | Bactéria ( <i>Shigella dysenteriae</i> )     | Diarréia                   |
| Cólera              | Bactéria ( <i>Vibrio cholerae</i> )          | Diarréia, desidratação     |
| Leptospirose        | Bactéria ( <i>Leptospira</i> )               | Icterícia, febre           |
| Salmonelose         | Bactéria ( <i>Salmonella</i> )               | Febre, náusea, diarréia    |
| Febre tifóide       | Bactéria ( <i>Salmonella typhi</i> )         | Febre, diarréia, ulceração |
| Disenteria Amebiana | Protozoário ( <i>Entamoeba histolytica</i> ) | Diarréia com sangramento   |
| Hepatite infecciosa | Vírus (vírus da hepatite A)                  | Icterícia, febre           |
| Gastroenterite      | Vírus (enterovírus, rotavírus)               | Diarréia                   |
| Paralisia infantil  | Vírus ( <i>Poliomielites vírus</i> )         | Paralisia                  |

**Quadro 2:** Principais doenças associadas com a água (Fonte: adaptada de Sperling, 1996).

Algumas doenças podem ser adquiridas apenas com o contato com águas contaminadas, ou seja, não há necessidade de ingestão de água contaminada. As principais são apresentadas no quadro 3 a seguir.

| Doença          | Agente causal                            | Sintomas                  |
|-----------------|--|---------------------------|
| Escabiose       | Sarna ( <i>Sarcoptes scabiei</i> )       | Úlceras na pele           |
| Tracoma         | Clamídea ( <i>Chlamydia tracomatis</i> ) | Inflamação dos olhos      |
| Esquistossomose | Helminto ( <i>Schistosoma</i> )          | Diarréia, aumento do baço |

**Quadro 3:** Principais doenças associadas com a água (Fonte: adaptada de Sperling, 1996).

Através de métodos de exames bacteriológicos apresentados no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, é obtido o número de bactérias por mililitro da água analisada. Um grande número de bactérias não necessariamente é indicativo de poluição, mas variações bruscas deste número podem indicar provável poluição (Richter, 1995). No quadro 4 a seguir, parâmetros bacteriológicos da Portaria nº 518 do Ministério da Saúde.

| Parâmetro   | VMP               |
|---|-------------------|
| Coliformes totais                                     | Ausência em 100ml |
| <i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes | Ausência em 100ml |

**Quadro 4:** Parâmetros bacteriológicos de água para consumo humano

**Fonte:** Adaptada da Portaria nº 518 do Ministério da Saúde.

O interesse maior da pesquisa de bactérias em águas para consumo humano é o número de bactérias do grupo coliformes, que constituem grande grupo de bactérias amplamente distribuídas na natureza e podem estar presentes na água, no solo, em cereais e também no trato intestinal humano e de outros animais e são consideradas coliformes não-fecais (PELCZAR, 1996). Esse número é usado como indicador de poluição, apesar de não existir uma correlação quantificável entre coliformes totais e coliformes fecais.

Coliformes fecais são um grupo de bactérias presente no intestino humano e de outros animais de sangue quente, a bactéria *E Coli* pertence a este grupo (SPERLING, 1995). Este grupo de bactérias é pesquisado, por ser extremamente difícil a detecção de agentes patogênicos, principalmente bactérias, vírus e protozoários em uma amostra de água, por isso é usado como indicador da qualidade e potabilidade microbiológica da água para consumo humano. O número de coliformes totais e fecais é expresso pelo Número Mais Provável (NMP) e representa a quantidade de bactérias presentes em 100 mL da água analisada.

O controle e a erradicação de doenças de veiculação hídrica é forte indicativo de desenvolvimento de uma sociedade. A América Latina, a África e a Ásia têm sérios problemas de coleta e tratamento de esgotos e, principalmente, na qualidade da água distribuída à população. Este fato contribui para o alto índice de mortalidade infantil no Brasil (Daniel, 2001). Segundo o IBGE, alguns estados do Nordeste do País têm um dos mais elevados índices de mortalidade das Américas, chegando a 60 óbito/ano para cada mil nascidos vivos, contra os 35,5 óbitos para cada 1000 nascidos/ano, que é a média do país.

A falta de coleta e tratamento de esgotos e a qualidade da água distribuída à população não são fatos que contribuem isoladamente para este índice de mortalidade infantil, mas estão diretamente relacionados com ele. Se relacionarmos o número de pessoas atendidas com serviços de saneamento básico e o índice de mortalidade, temos que, no estado do Pará, por exemplo, onde 46,27% das pessoas têm coleta de esgotos, o índice mortalidade infantil é de 36,22% (Daniel, 2001).

Em São Paulo, onde 88,68% da população conta com coleta de esgotos, o índice de mortalidade infantil cai para 24,63%. A melhoria ao atendimento das necessidades de coleta de esgoto e abastecimento de água pode elevar a expectativa de vida das pessoas em sete vezes e prevenir em até quatro vezes as hospitalizações (BRISCOE 1987, in: DANIEL, 2001). No quadro 5 abaixo, é apresentada a ocorrência de cistos de *Giárdia* e *Oocistos de Cryptosporidium* em águas de abastecimento de alguns países.

| País    | Número de Amostras | Cistos de <i>Giárdia</i> % | Ocorrência de cistos de <i>Oocistos de Cryptosporidium</i> % |
|---------|--------------------|----------------------------|--|
| EUA     | 82                 | 16                         | 26,8   |
| Escócia | 120                | 19                         | 7  |
| Espanha | 9                  | 22                         | 33   |
| Brasil  | 18                 |                            | 22,2   |

**Quadro 5:** Ocorrência de protozoários em águas de abastecimento.

**Fonte:** Daniel, et al, 2001.

Não foram encontrados coliformes totais ou coliformes fecais nas amostras analisadas durante o período de monitoramento, com exceção das amostras A e C do dia 21/09/05, onde foram detectadas quantidades mínimas de coliformes fecais.

## Conclusões

As análises físico-químicas das águas capatadas em poços tubulares profundos em loteamentos de Taquara apresentam resultados que atendem as especificações da legislação pertinente, particularmente dentro dos valores indicados na Portaria 518. Não foram encontrados valores anômalos e as variações encontradas já foram exaustivamente discutidas em cada caso.

Com exceção do parâmetro “coliformes totais” nas amostras “A” e “C” da coleta do dia 21/09/05, todos os demais parâmetros analisados em todas as amostras apresentam conformidade com a portaria n° 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

A presença de coliformes totais nas amostras “A” e “C” da coleta realizada no dia 21/09/05, pode ter como causa provável de contaminação o reservatório residencial, considerando que todas as coletas no ponto “A”, a segunda (06/09) e a terceira (21/09/) realizadas no ponto “C” ocorreram após passagem da água pelo reservatório, por isso tal contaminação pode ter como origem à falta de limpeza do reservatório ou falha neste procedimento de higienização.

A limpeza do reservatório de água deve ser realizada de seis em seis meses, segundo orientação da CORSAN, mesmo quando a água recebe produto de desinfecção. Como as águas analisadas neste trabalho não recebem tratamento de desinfecção, a limpeza do reservatório deve ser encarada como ato de primeira necessidade para garantia mínima de qualidade da água.

Esta limpeza é de fácil realização, podendo ser executada por pessoa sem conhecimento técnico, contanto que esta seja instruída com cuidados mínimos para execução deste procedimento, e pode ser feito praticamente sem custo financeiro.

A portaria n° 518, do Ministério da Saúde, em seu artigo 11°, parágrafo 9° estabelece:

*“Em amostras individuais procedentes de poço, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de Escherichia Coli, e/ou, coliformes termo tolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes”.*

Este parágrafo da Portaria deixa claro que deve ser providenciada investigação imediata para a correção do problema e que, na análise seguinte, não deve estar presente o grupo de bactérias toleradas na primeira análise.

A Portaria número 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, em seu artigo 22, define também que:

*“Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico desta norma”.*

E ainda, em seu artigo 4°, define:

*“Que solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano é toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água e que todo sistema deve ter responsável técnico habilitado”.*

A Portaria deixa claro que, ao menos, na escola municipal Getúlio Vargas (poço A), deveria ter sistema de desinfecção e responsável técnico habilitado para sua operação continuada, pois envolve abastecimento coletivo.

A ausência de coliformes fecais é bom indicativo da qualidade microbacteriológica da água analisada, assim como todos os parâmetros físico-químicos, que apresentaram resultados que

satisfazem os parâmetros da Portaria. Apesar de todas as análises realizadas indicarem que o nível de poluição deste manancial é baixo ou inexistente, e aparentemente não ter recarga significativa localmente, pode-se considerar ainda que a maior contribuição para sua recarga é de origem regional, apesar de esses fatos não serem conclusivos e necessitarem de pesquisa mais aprofundada.

O cuidado com a preservação da área onde estão inseridos estes reservatórios naturais de água não deve ser desconsiderado, mas sim ser alvo de cuidados especiais, através de campanhas de conscientização para a importância de se manter esta área preservada.

Este trabalho não caracteriza as águas analisadas definitivamente como próprias para consumo humano, uma vez que os resultados encontrados dizem respeito ao momento da coleta e ao período de inverno. O monitoramento de águas para consumo humano deve ser permanente e manter uma periodicidade, para que se possa ter certeza sobre a qualidade destas águas.

## Referências

AZEVEDO, Netto; NETTO, Manoel Henrique Campos Botelho. **Manual de Saneamento de Cidades e Edificações**. Ed. São Paulo Pini, 1991.

BAIRD, Colin. **Química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

BATALHA, B. L.; PARLATORE, A. C. **Controle de qualidade de água para consumo humano**. CETESB, 1993.

BORGUETTI, Nadia Rita Boscardin; BORGUETTI, José Roberto; ROSA FILHO, Ernani Francisco da. **Aqüífero Guarani: A verdadeira integração dos países do Mercosul**. Curitiba, PR : Os Autores, 2004. 214 p.

CARRARO, C. C. et al. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul** (Escala 1:1.000.000), Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 1974.

PAIM, Paulo; WEINMANN, Carlos G; NABINGER, Viviane. **Comitesinos**. Enquadramento das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Ed. São Leopoldo. 1999.

**Corsan**. Disponível em: <<http://www.corsan.com.br>>. Acesso em: 02 ago. 05.

DANIEL, Luiz Antônio. **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. Rio de Janeiro, RJ: Rima, Abes, 2001. 155p.

HARRIS, Daniel C. **Análise química quantitativa**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

**Hidropura**. Disponível em: <<http://www.hidropura.com.br>>. Acesso em: 22 ago. 05.

**IBGE**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 ago. 05.

LEI Nº 10.350, publicada no DOE de 01/01/95, de 30 de dezembro de 1994.

LEME, Francisco Paes. **Teoria e técnicas de tratamento de água**. 2. ed. Rio de Janeiro: Abes, 1990.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: 2003.

**Meio-ambiente**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br>>. Acesso em: 19 ago. 05.

Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Brasília.



- NAIME, Roberto. **Gestão de Resíduos Sólidos: uma abordagem prática**. Novo Hamburgo: Feevale, 2004, 136 p.
- NAIME, Roberto; GARCIA, Ana Cristina Almeida. **Percepção Ambiental e Diretrizes para Compreender a Questão do Meio-Ambiente**. Novo Hamburgo: Feevale, 2004. 136 p.
- Organização Pan-Americana da Saúde. **A desinfecção da água**. Bonnefoi, Xavier; Ottertetter, Horst, Ed. Washington, 1996.
- PELCZAR, Michael J. Jr; Chan E. C. S; Krieg. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**. São Paulo, SP: Makron Books, 1996. 517p.
- RICHTER, Carlos A; NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de Água**. Ed. São Paulo Edgar Blucher, 1995.
- SKOOG, Douglas A.; HOLLER, F. James; NIEMAN, Timothy A. **Princípios de análise instrumental**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- VOGEL, Arthur Israel. **Análise química quantitativa**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1992. 712 p.
- VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. rev. Belo Horizonte: DESA - UFMG, 2003.

## Agradecimentos

À Feevale, pelo auxílio na realização deste trabalho. À Promotoria Pública da cidade de Taquara, pelo apoio na execução do trabalho.